



①⑨ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 198 30 745 C 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 01 N 33/32
G 01 B 21/08
G 01 N 21/57
G 01 J 3/46

②① Aktenzeichen: 198 30 745.4-52
②② Anmeldetag: 9. 7. 1998
④③ Offenlegungstag: -
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 16. 3. 2000

DE 198 30 745 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
BASF Coatings AG, 48165 Münster, DE

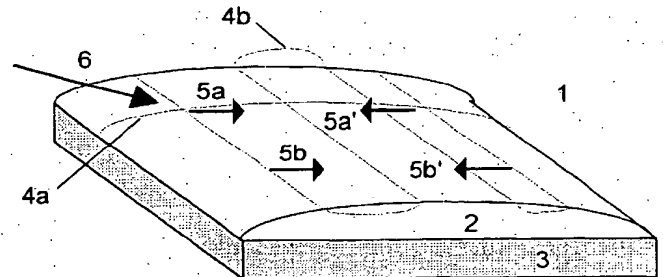
⑦④ Vertreter:
Dres. Fitzner & Münch, 40878 Ratingen

⑦② Erfinder:
Duschek, Wolfgang, 48165 Münster, DE; Biallas,
Bernd, 48324 Sendenhorst, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 196 05 520 C1
DE 197 09 406 A1

⑤④ **Verfahren zur Bestimmung richtungsabhängiger Eigenschaften von Lackierungen**

⑤⑦ Verfahren zur Bestimmung richtungsabhängiger Eigenschaften von Lackierungen, wobei an einer Probelackierung entlang eines Prüfpfades (4a, 4b) mit einem oder mehreren Meßgeräten Messungen von Lackeigenschaften durchgeführt werden und mindestens ein Meßwert richtungsbezogen (6) erfaßt wird. Die Probelackierung verläuft dabei derart, daß Stellen gleicher Schichtdicke (2) mit verschiedenen Schichtdickegradienten (5) entlang des Prüfpfades auftreten.



DE 198 30 745 C 1

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung richtungsabhängiger Eigenschaften von Lackierungen, bei welchem an einer Probelaackierung entlang eines Prüfpfades mit einem oder mehreren Meßgeräten Messungen von Lackeigenschaften durchgeführt werden.

Für die Entwicklung und Qualitätskontrolle von Lacken und Anstrichstoffen ist es erforderlich, die damit erzielbaren Beschichtungen auf verschiedene Eigenschaften hin zu untersuchen. Zu diesem Zweck werden Probelaackierungen hergestellt, für die sich die Bezeichnung "Prüftafel" eingebürgert hat, da der probeweise beschichtete Gegenstand in der Regel plattenförmig ist.

Die mit Hilfe von Prüftafeln untersuchten Eigenschaften betreffen ein breites Spektrum relevanter Eigenschaften der Beschichtung. Hierzu gehören zum einen die optischen Eigenschaften und hierbei insbesondere die Farbeigenschaften der Beschichtung (Farbton, Glanz, Verlauf, Effekteigenschaften, Haze, Deckvermögen). Zum anderen interessieren die mechanischen Eigenschaften, wie z. B. Härte der Beschichtung, Haftung am Untergrund und Elastizität. Schließlich interessieren weitere physikalische Eigenschaften wie das Diffusionsvermögen fremder Stoffe in der Schicht, die elektrische Leitfähigkeit der Schicht, das UV-Absorptionsvermögen, die Flammenschutzwirkung sowie die Beständigkeit der Schicht unter Praxisbeanspruchungen.

Für die effiziente Vermessung der Prüftafeln sind verschiedenen Verfahren entwickelt worden. So beschreibt die DE 197 09 406 A1 ein automatisiertes Verfahren zur Vermessung von lackierten Prüftafeln. Dabei werden von einem Roboter verschiedene Meßgeräte entlang vorgegebener Prüfpfade über die Prüftafel geführt und die gewonnenen Meßwerte elektronisch erfaßt. Die Ermittlung der Schichtdicken-Abhängigkeit von verschiedenen Parametern in einem einzigen Meßvorgang ist das Ziel der DE 196 05 520 C1. Zu diesem Zweck wird eine keilförmige Lackschicht aufgetragen und entlang eines gitterförmigen Rasters werden jeweils sowohl die Schichtdicke als auch die optischen Größen vermessen.

Die genannten Verfahren haben indes den Nachteil, daß sie die Richtungsabhängigkeit der Messungen nicht ausreichend berücksichtigen. Z. B. bei Effektlackierungen, wie sie in großem Umfang in der Automobillackierung verwendet werden, spielt jedoch die Winkelabhängigkeit optischer Eigenschaften eine wichtige Rolle. Für die Aussagekraft der Meßwerte ist es daher unerlässlich, daß berücksichtigt wird, unter welchen Winkelverhältnissen relativ zur Schichtoberfläche sie gemessen wurden, und daß genügend Meßwerte gewonnen werden, aus denen funktionale Zusammenhänge erkennbar sind.

Bei einer veränderlichen Schichtdicke kann es darüber hinaus wichtig sein, wie die Meßrichtung relativ zum Schichtdickengradienten liegt. Diese gegenseitige Abhängigkeit von Meßrichtung und Schichtdickengradienten wird bei keinem der Verfahren nach dem Stand der Technik berücksichtigt und erst recht nicht effizient erfaßt.

Die vorliegende Erfindung hat sich demgegenüber die Aufgabe gestellt, die Nachteile des Standes der Technik zu vermeiden und ein effizient, einfach und gegebenenfalls auch automatisch durchzuführendes Verfahren zur Verfügung zu stellen, mit welchem in einem Meßdurchgang richtungsabhängige Meßwerte sowie eine Abhängigkeit der Meßwerte vom Schichtdickengradienten erfaßt werden können.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, bei welchem an einer Probelaackierung entlang eines Prüfpfades mit einem oder mehreren Meßgeräten Messungen von Lacke-

igenschaften durchgeführt werden. Mindestens ein Meßwert soll richtungsbezogen erfaßt werden, d. h. er hängt ab von dem relativen Winkel zwischen der Meßrichtung und einer zweiten Richtung, z. B. der Lackoberfläche und/oder dem Schichtdickengradienten. Der Schichtdickengradient ist dabei eine zweidimensionale Größe (Vektor), die in Richtung des steilsten Zuwachses der Schichtdicke weist.

Weiterhin ist der Verlauf der Probelaackierung und des Prüfpfades derart, daß es mindestens eine Schichtdicke der Probelaackierung gibt, die mindestens zweimal und dabei mit verschiedenen Schichtdickengradienten entlang des Prüfpfades auftritt. Während der Messung entlang des Prüfpfades wird also einmal eine Schichtdicke SD_0 durchlaufen, in der ein bestimmter Schichtdickengradient G_1 (Anwachsen oder Abnehmen der Schichtdicke) vorliegt, und diese Schichtdicke SD_0 wird später ein zweites Mal unter einem anderen Schichtdickengradienten G_2 durchlaufen.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat den Vorteil, daß in einem einzigen Meßdurchgang (Messung entlang des Prüfpfades) für mindestens eine Schichtdicke SD_0 Meßwerte unter verschiedenen Winkeln zwischen Meßrichtung und Schichtdickengradienten G durchgeführt werden. Eine gegenseitige Abhängigkeit dieser Richtungen, die zu meßbaren Differenzen führt, wird dabei sofort erkannt. Dies ist z. B. wichtig für viele optische Eigenschaften von Effektlackierungen, bei denen derartige Abweichungen nicht erwünscht sind.

Vorzugsweise haben die entsprechenden Schichtdickengradienten unterschiedliches Vorzeichen, d. h. sie zeigen zu verschiedenen Seiten des Raumes und sind betragsmäßig gleich groß ($G_1 = -G_2$). Damit wird bei Konstanz sonstiger Bedingungen die reine Richtungsabhängigkeit der interessierenden Meßgröße vom Schichtdickengradienten erfaßt.

Die Schichtdicke entlang des Prüfpfades wird im einfachsten Falle ein Minimum oder ein Maximum haben, d. h. muldenförmig oder bergförmig verlaufen. Da sich die Schichtdicke stetig ändert, werden um das Minimum/Maximum herum alle Schichtdicken von einem kontinuierlichen Prüfpfad zweimal und mit verschiedenen Gradienten durchlaufen.

Insbesondere kann sich die Schichtdicke entlang des Prüfpfades symmetrisch ändern, d. h., daß die Schichtdicke aufgetragen als Funktion des Ortes eine spiegelsymmetrische Kurve ergibt. Spezielle symmetrische Verläufe dieser Art sind z. B. glocken- oder parabelförmig.

Eine Probelaackierung der genannten Art mit Symmetrie und einem Dickemaximum kann z. B. durch Sprühen entlang einer Geraden hergestellt werden. Durch die normale Verteilung des Sprühnebels mit abnehmender Lackdicke an den Rändern des Auftrags kommt es nämlich zwangsläufig zu einem Schichtdickenprofil, das quer zur Sprühhichtung glockenförmig verläuft. Derartige Probelaackierungen können also mit herkömmlichen Verfahren und Automaten hergestellt werden.

Der Prüfpfad kann einen sehr allgemeinen Verlauf haben. Unter dem Ausdruck "Prüfpfad" wird ganz allgemein die zeitlich geordnete Reihenfolge der Meßorte verstanden. Der Prüfpfad entspricht der Bahn, auf der die Meßgeräte über die Probelaackierung gefahren werden, wobei allerdings nur die Orte, an denen Messungen stattfinden, letztendlich relevant sind.

Aus Gründen der Einfachheit und der maschinellen Führbarkeit der Meßgeräte wird der Prüfpfad in der Regel ohne Umkehrpunkte verlaufen und im einfachsten Falle geradlinig sein.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren können u. a. Schichtdicke, Verlauf, Farbton, Haze und/oder Glanz der Probelaackierung gemessen werden. Besonders bevorzugt ist

es, zu allen Meßwerten die Schichtdicke mit zu erfassen, um die Abhängigkeit dieser Werte von der Schichtdicke zu ermitteln. Außerdem können dann das Vorliegen vergleichbarer Schichtdicken und die Schichtdickengradienten zu den Meßwerten kontrolliert werden. Wenn der Schichtdickenverlauf der Probelaackierung indes hinreichend konstant und reproduzierbar ist, kann u. U. auf ein derartiges Nachmessen verzichtet werden und die Schichtdicke indirekt aus dem Ort der Messung erschlossen bzw. abgeschätzt werden.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Figuren beispielhaft erläutert.

Fig. 1 zeigt perspektivisch die erfindungsgemäße Messung.

Fig. 2 zeigt die Schichtdicke als Funktion des Meßweges.

Fig. 3 zeigt gemessene Helligkeitswerte in Abhängigkeit von der Schichtdicke.

Fig. 1 zeigt in einer Perspektive das Prinzip der erfindungsgemäßen Messung an einer Probelaackierung 1.

Die Probelaackierung besteht aus einem Träger 3, z. B. einer Blechtafel, und einer darauf aufgetragenen Lackschicht 2. Die Schichtdicke der dargestellten Lackschicht 2 hat einen schwellenartigen, symmetrischen Verlauf mit einem Maximum in der Mitte. Der Träger 3 wird im allgemeinen wie dargestellt eben sein, obwohl er grundsätzlich auch eine beliebig gekrümmte Oberfläche haben könnte. In Fall eines ebenen Trägers liegen indes einfachere Verhältnisse vor, da die Lackoberfläche unmittelbar dem Verlauf der Schichtdicke entspricht und daher die Neigung dieser Oberfläche und der Schichtdickengradient einander entsprechende Größen sind.

Würde sich der Trägergrund uneben ändern, so würden die Schichtdicke und ihr Gradient nicht allein durch die Lackoberfläche repräsentiert. Ein Grenzfall wäre dabei eine ebene Lackoberfläche über einem unebenen Träger. In diesem Fall gäbe es keine Oberflächenneigung und daher nur den isolierten Einfluß des Schichtdickengradienten.

Weiterhin sind Prüfpfade 4a und 4b dargestellt, von denen der eine 4a in x-Richtung, der andere 4b in y-Richtung verläuft. Auf den Pfaden sind exemplarisch Gradientenvektoren 5a, 5a' und 5b, 5b' eingezeichnet, die alle bei denselben Schichtdicken SD₀ liegen sollen. Die Gradienten liegen parallel zur Ebene des Trägers 3 und zeigen in die Richtung des maximalen Wachstums der Schichtdicke. Wenn die Messung entlang eines Prüfpfades 4a ausgeführt wird, so wird zunächst bei der Schichtdicke SD₀ mit einem positiven Gradienten 5a gemessen und anschließend bei derselben Schichtdicke SD₀ mit einem negativen Gradienten 5a'.

Ähnliches gilt für den Prüfpfad 4b, der in parallelen Abschnitten durchlaufen wird. Neben den exemplarisch dargestellten Pfaden 4a, 4b sind auch zahlreiche andere Arten von Prüfpfaden möglich.

Die mathematische Definition der vektoriellen Gradienten G erfolgt über die Ableitung der Funktion f(r), welche in einem Koordinatensystem mit (zweidimensionalen) Ortsvektor r die Oberfläche der Lackschicht 2 beschreibt, also

$$\underline{G} := \text{grad}(f) = \nabla f = df/dr$$

Durch den Pfeil 6 ist die Beobachtungsrichtung eines Meßgerätes, z. B. eines farbmetrischen Gerätes symbolisiert. Während es grundsätzlich möglich ist, daß sich die Beobachtungsrichtung entlang des Prüfpfades ändert, ist es ein Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens, daß sie konstant bleiben kann (d. h. nur parallel verschoben wird). Hierdurch vereinfacht sich die Führung der Meßgeräte erheblich. Die für die Messung erforderlichen Richtungsvariationen werden bei dieser Anordnung durch den speziellen erfindungsgemäßen Verlauf der Schichtdicke und des Prüfpfades erzielt.

zielt.

Fig. 2 zeigt schematisch die Auftragung der Schichtdicke SD(x) der Lackschicht 2 aus **Fig. 1** über der auf dem Prüfpfad 4a zurückgelegten Wegstrecke x. Erkennbar ist der schwellenförmige Verlauf mit den Gradienten G₁ und G₂ bei der Schichtdicke SD₀. Aufgrund des geradlinigen Verlaufes des Prüfpfades 4a quer zur Lackschwelle entsprechen die Gradienten in diesem Falle der Ableitung dSD/dx.

Fig. 3 zeigt schließlich eine reale Messung der Helligkeit L* (CIELAB-System) nach dem in **Fig. 1** dargestellten Prinzip (Pfad 4a). Die Helligkeit ist in einem Diagramm in Abhängigkeit von der Schichtdicke SD aufgetragen. Die korrespondierenden Schichtdicken können entweder gleichzeitig mit der Helligkeit gemessen oder aber aus einem bekannten Zusammenhang zwischen Schichtdicke SD und auf dem Prüfpfad zurückgelegter Wegstrecke x (vgl. **Fig. 2**) berechnet werden.

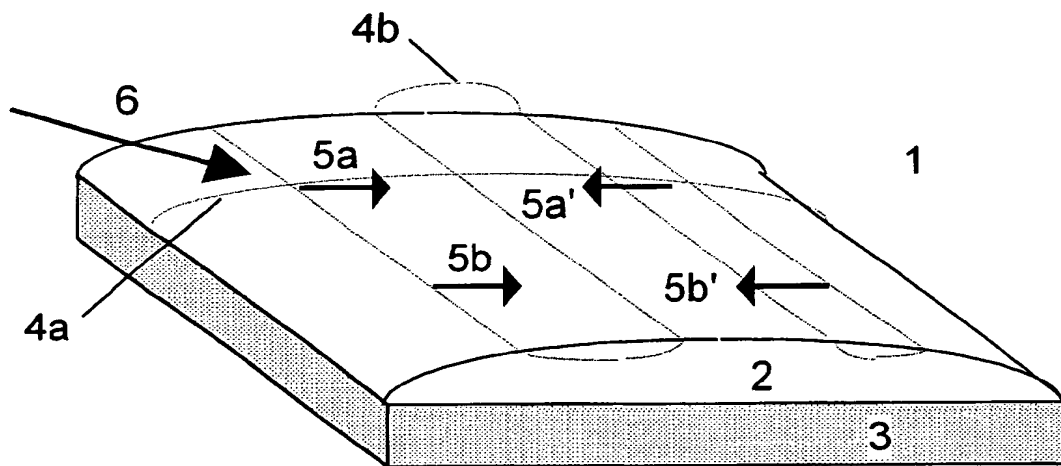
Die eingetragenen Meßwerte sind für den ansteigenden und den abfallenden Teil des Prüfpfades mit unterschiedlichen Symbolen dargestellt. Es gibt daher erkennbar für jede Schichtdicke SD₀ zwischen ca. 10 und 25 µm zwei Meßwerte zu zwei verschiedenen Gradienten. Dabei fällt auf, daß diese Meßwerte nach Art einer Hysterese divergieren, d. h., daß die Lackierung aus zwei um 180° gedrehten Blickrichtungen (und ansonsten gleichen Bedingungen) verschieden aussieht. Eine derartige Differenz ist indes nicht tolerierbar, was für den entsprechenden Lack unmittelbar anhand der einen erfindungsgemäßen Messung herausgefunden werden kann.

Patentansprüche

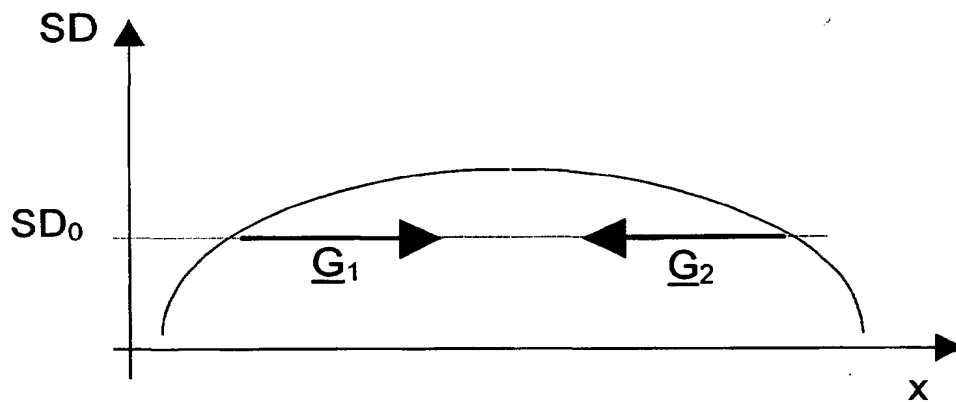
1. Verfahren zur Bestimmung richtungsabhängiger Eigenschaften von Lackierungen, bei dem an einer Probelaackierung entlang eines Prüfpfades mit einem oder mehreren Meßgeräten Messungen von Lackeigenschaften durchgeführt werden, die Probelaackierung so angefertigt wird, daß es mindestens eine Schichtdicke der Probelaackierung gibt, die zweimal und mit verschiedenen Schichtdickengradienten entlang des Prüfpfades auftritt und bei dem mindestens ein Meßwert richtungsbezogen erfaßt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die entsprechenden Schichtdickengradienten unterschiedliches Vorzeichen haben.
3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke entlang des Prüfpfades ein Minimum oder ein Maximum hat.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichtdicke sich entlang des Prüfpfades symmetrisch ändert, vorzugsweise indem sie glocken- oder parabelförmig ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Probelaackierung durch Sprühen entlang einer Geraden hergestellt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Prüfpfad ohne Umkehrpunkte, vorzugsweise geradlinig verläuft.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß hiermit Schichtdicke, Verlauf, Farbton, Haze und/oder Glanz der Probelaackierung gemessen wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

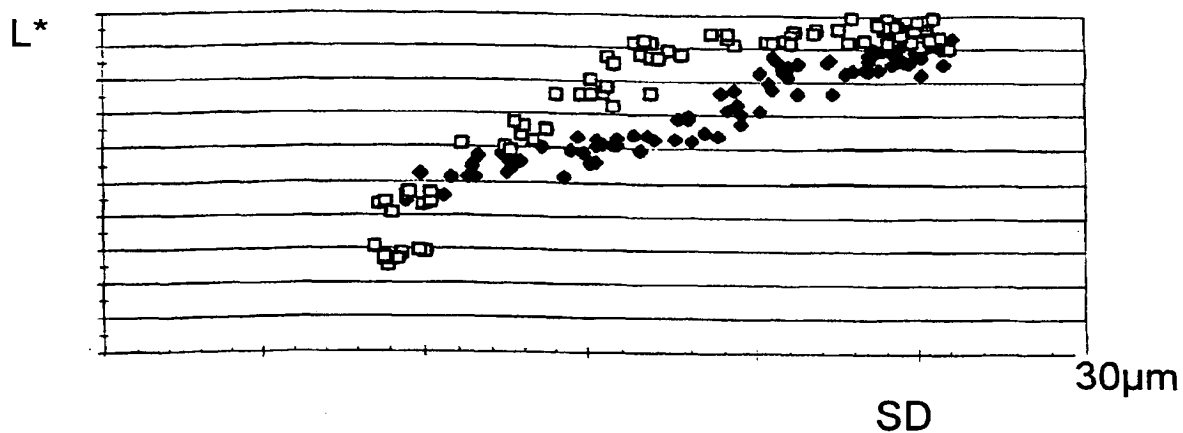
- Leerseite -



Figur 1



Figur 2



Figur 3